

в дальнейшем они были дополнены расчетными значениями WL_p (вычисления производили в традиционном смысле). Таким образом была подготовлена точечная «тема» для дальнейшей работы с рассматриваемой площадкой (см. рис.3,а). На втором этапе механизм интерполяции, основанный на механизме IDW, заложенном в программном продукте Arc View, позволил создать пространственные модели указанных выше характеристик (см. рис.3,б). И, наконец, на третьем этапе с помощью «легендарных» данных, взятых из этих моделей, была сформирована идентификационная «тема», объединившая практически в любой точке разные характеристики исследуемой территории (см. рис.3,в).

Такая методика обработки материалов изысканий может быть применена для создания банков данных, которые, в свою очередь, могут быть использованы для разработки региональных электронных карт, а в последующем – методик прогнозирования подтопления и проектов инженерной защиты от него.

1. Комплексная программа улучшения санитарно-эпидемиологического состояния г. Харькова / Под ред. В.И. Никитенко. – Харьков: УкркоммунНИИпроект, 1999. – Инв. №994. – 700 с.

2. Подтопление в населенных пунктах Харьковской области / Стрижельчик Г.Г., Соколов Ю.П., Гольдфельд И.А. и др. – Харьков, 2003. – 160 с.

3. Шипулин В.Д., Таранов В.Г., Салтовец Е.А. Применение ГИС-технологий при разработке мероприятий инженерной защиты территории от подтопления // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.45. – К.: Техніка, 2002. – С.138-141.

4. Таранов В.Г., Шипулин В.Д., Никитенко В.И., Салтовец Е.А. Подтопление и пример инженерной защиты присклонной территории // Межд. конф. по геотехнике "Городские агломерации на оползневых территориях". – Волгоград: ВГАСА, 2003.

5. Таранов В.Г., Салтовец Е.А. ГИС-технологии применительно к задачам водопонижения // Галузеве машинобудування, будівництво: Зб. наук. праць. Вип.12. – Полтава: ПолтНТУ, 2003. – С.215-218.

Получено 03.10.2003

УДК 621.333

Е.І.КАРПУШИН, професор

Харківська державна академія міського господарства

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧЕ КЕРУВАННЯ РУХОМОЮ ОДИНИЦЕЮ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ НА ПРОСТОМУ ПЕРЕГОНІ

Для запровадження оптимального за витратами енергії керування рухомою одиницею міського електротранспорту на простих перегонах запропоновано методику складання енергозощаджуючих планів змін режимів руху.

Впровадження енергозберігаючих технологій експлуатації при

індивідуальному обліку витраченої енергії [1] потребує попереднього встановлення оптимального за витратами енергії управління відповідно до умов на перегоні. Це здавна застосовується на магістральному транспорті, де використовуються заздалегідь розроблені технологічні карти, однак на міському електротранспорті вони поширення не знайшли. Пояснюється це тим, що в умовах вулиць відправлення з найвищим прискоренням, що є фактором економії енергії [2], практично неможливе. Тому стає актуальним пошук інших, досі не досліджених, способів експлуатаційного енергозощадження, зокрема оптимізації керування в середній частині перегону, де можна реалізувати заздалегідь визначений план перемикань контроллера.

Для проходження трамвайним вагоном або тролейбусом з вагою тари G_m простого, тобто без факторів, що обумовлюють проміжні гальмування, перегону довжиною S_n , після реостатного пуску та ослаблення поля і руху від швидкості виходу на автоматичну характеристику ослабленого поля V_{on} до кінцевої швидкості розбігу V_p , дотримання заданого часу T_n вимагає тільки одного повторного пуску – від швидкості V_1 закінчення першого вибігу, до швидкості V_2 на початку другого вибігу, що триває до швидкості початку гальмування V_r . При цьому рухома одиниця з коефіцієнтом інерції обертових частин γ та часткою ваги пасажирів λ відносно ваги тари, витратить певний обсяг електроенергії, еквівалентний механічній роботі:

$$A_{\text{мех}} = 51G_m(1 + \gamma + \lambda)(V_p^2 - V_{on}^2) \left[1 + \frac{(1 + \lambda)[a + 0,5b(V_p^2 + V_{on}^2)]}{102(1 + \gamma)f[V_p(V_{on} + g) + gV_{on} + h]} \right] + \\ + 51G_m(1 + \gamma + \lambda)(V_2^2 - V_1^2) \left[1 + \frac{(1 + \lambda)[a + 0,5b(V_2^2 + V_1^2)]}{102(1 + \gamma)f[V_2(V_1 + g) + gV_1 + h]} \right],$$

яка, крім згаданих величин, визначається коефіцієнтами a , b функції питомого опору рухові та коефіцієнтами f , g , h функції апроксимації питомої характеристики діючих сил.

Один і той же ходовий час T_n може бути реалізований при різних значеннях механічної роботи: наприклад, при проходженні тролейбусом ЗиУ-9 перегону довжиною $S_n=350$ м за $T_n=45$ с при $V_p=11,5$; $V_1=9,0$ та $V_2=11$ м/с $A_{\text{мех}} = 2300$ кВтс, а при $V_p=11,0$; $V_1 = 10$ та $V_2=11,5$ м/с і тій же тривалості – усього 2080 кВтс, тобто на 10,7% менше. Очевидно, що інтерес мають ті швидкості, за яких реалізуються ліві межі функцій розподілень механічної роботи.

Математично це означає пошук набору $V^* = \{V_p, V_1, V_2, V_\Gamma\}$ для достачання максимуму цільової функції $\Phi(V^*) = A_{\text{мех}}^{-1}$, за умови дотримання обмежень, що означають вимогу проходження довжини S_n за час T_n , та природні співвідношення швидкостей $V_p \geq V_1$; $V_2 \geq V_\Gamma$. За методом невизначених множників Лагранжа [3] складемо систему рівнянь

$$\frac{\partial}{\partial V} (\Phi(V) + \sum_{i=1}^2 \Lambda_i \phi_i(V_p, V_1, V_2, V_\Gamma)) = 0,$$

розв'язання якої дає відшуканий набір швидкостей. При цьому використано апроксимації тягової при розбігу та гальмівної при службовому гальмуванні характеристик квадратичними тричленами з коефіцієнтами $A_{p,\varepsilon}$, $B_{p,\varepsilon}$, $C_{p,\varepsilon}$. Коефіцієнти рівнянь руху для розбігу, вибігу та гальмування матимуть вигляд [4]:

$$f_{p,\varepsilon} = \frac{C_{p,\varepsilon} \pm bG_m(I + \lambda)}{102G_m(I + \gamma + \lambda)}; \quad 2g_{p,\varepsilon} = \frac{B_{p,\varepsilon}}{C_{p,\varepsilon} - bG_m(I + \lambda)};$$

$$h_{p,\varepsilon} = \frac{A_{p,\varepsilon} \pm G_m(I + \lambda)a}{C_{p,\varepsilon} - bG_m(I + \lambda)} \quad f_\varepsilon = \frac{b(I + \lambda)}{102(I + \gamma + \lambda)}; \quad h_\varepsilon = \frac{a}{b}.$$

Тривалості руху T_{pn-on} і відповідні довжини S_{pn-on} до виходу на автоматичну характеристику ослабленого поля є незмінними для всіх варіантів. Добутки довжини перегону та часу на невизначені множники A :

$$[S_{pn-on} + \frac{V_p^2 - V_{on}^2}{2f_p[V_p V_{on} + g(V_p + V_{on}) + h_p]l} + \frac{V_p(V_p - V_1)}{f_\varepsilon(V_p^2 + h_\varepsilon)} +$$

$$+ \frac{V_2^2 - V_1^2}{2f_p[V_1 V_2 + g(V_1 + V_2) + h_p]l} + \frac{V_2(V_2 - V_\varepsilon)}{f_\varepsilon(V_2^2 + h_\varepsilon)} + \frac{V_\varepsilon^2}{2f_\varepsilon(g_\varepsilon V_\varepsilon + h_\varepsilon)} - S_n]A_1,$$

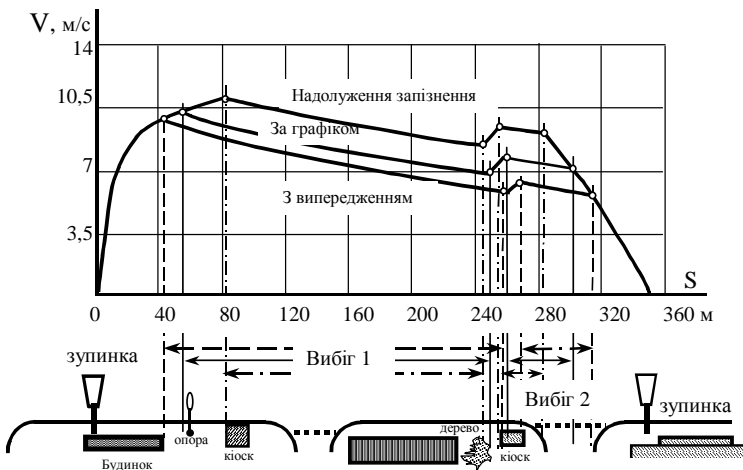
$$[T_{pn-on} + \frac{V_p - V_{on}}{2f_p[V_p V_{on} + g_p(V_p + V_{on}) + h_p]l} + \frac{2(V_p - \sqrt{V_p V_1})}{f_\varepsilon(V_p^2 + h_\varepsilon)} +$$

$$+ \frac{V_2 - V_1}{f_p[V_1 V_2 + g_p(V_1 + V_2) + h_p]l} + \frac{2V_2 - 2\sqrt{V_2 V_\varepsilon}}{f_\varepsilon(V_2^2 + h_\varepsilon)} + \frac{V_\varepsilon}{f_\varepsilon(g_\varepsilon V_\varepsilon + h_\varepsilon)} - T_n]A_2.$$

Розв'язання проведено методом ітерацій за стандартною програмою MathCad. Результати свідчать, що керування за планом досягнення оптимальних швидкостей дозволяє зменшити механічну роботу на 12-15%.

Однак практична реалізація результатів утруднена, бо водієві треба постійно контролювати швидкість, аби вчасно змінити режим. Тому пропонується встановлювати зміни режимів не по розрахованих швидкостях, а по довжинах відповідних відтинків шляху – довжині S_p на момент досягнення V_p , довжинах першого і другого вибігів $S_{6,1}$, $S_{6,2}$, повторного пуску $S_{n,n}$ та гальмівного шляху S_G , які завжди можна прив'язати до орієнтирів уздовж траси, і таким чином позбутися необхідності слідкувати за спідометром. Крім того, можна визначити орієнтири не тільки для руху за розкладом, коли тривалість проходження перегону 350 м складає, наприклад $T_n=50$ с, а й для надолуження запізнення ($T_n=45$ с) або компенсації випередження графіка ($T_n=55$ с).

T_n , с	V_p , м/с	S_p , м	V_b , м/с	$S_{6,1}$, м	V_2 , м/с	$S_{n,n}$, м	V_G , м/с	$S_{6,2}$, м	S_G , м	$A_{мех.}$, МВтс
45	11,3	82	8,9	167	10,3	16	9,0	20	65	2,244
50	10,0	54	6,9	198	8,5	8	7,8	41	48	1,672
55	9,0	44	5,6	214	7,3	5	6,4	51	36	1,439



Зокрема, при випередженні ($T_n=55$ с) повинно розбігатися до рогу будинку, далі йти вибігом до кіоску, потім, після невеликого розбігу ($S_{n.l.}=5$ м), до бордюрного каменю – знову вибігом.

Враховуючи, що підприємства міського електротранспорту України споживають більше 1 млрд. кВт-год за рік, навчання водіїв енергозберігаючому керуванню за орієнтирами місць змін режимів слід визнати найбільш доцільним і в той же час простим засобом суттєвого зменшення експлуатаційного енергоспоживання без будь-яких капіталовкладень.

Подальші дослідження в цьому напрямку повинні стосуватися питань оптимізації керування на перегонах загального виду, тобто зі змінним профілем, наявністю факторів зменшення швидкості, гальмувань тощо.

1. Комплексна державна програма енергозбереження України. – К.: Держкоменергозбереження України, 1996. – 234 с.

2. Байрыева Л.С., Шевченко В.В. Электрическая тяга. Городской наземный транспорт. – М.: Транспорт, 1986. – 206 с.

3. Сеа Ж. Оптимизация. Теория и алгоритмы. – М.: Мир, 1973. – 467 с.

4. Карпушин Е.І. Застосування моделювання руху для визначення мінімуму механічної роботи при проходженні заданого перегону // Вестн. Нац. техн. ун-та «ХПИ». Вып. 14. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2001. – С. 305-307.

Отримано 17.09.2003

УДК 629.434

В.Х.ДАЛЕКА, канд. техн. наук

Харківська державна академія міського господарства

НАУКОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ НА МІСЬКОМУ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТІ В РИНКОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Розглядаються основні напрямки ресурсозбереження на підприємствах міського електричного транспорту в ринкових умовах, що характеризуються невизначеністю. Обґрунтовано основні шляхи підвищення ефективності роботи підприємств транспорту.

Ресурсозбереження на державному рівні визнано одним з головних напрямків розвитку України. За офіційними даними 31% ресурсів України втрачається при їх виробництві, транспортуванні та споживанні. При цьому собівартість заощаджених ресурсів в чотири рази менша нових.

Особливо актуальною проблема ресурсозбереження стає в нових економічних умовах господарювання, що визначаються ринковим середовищем, де відбувається значне збільшення цін практично на всі ресурси при обмеженні обсягів їх виробництва або оновлення [1].